ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية
المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :
MA 51540 B1

(43) Date de publication :
30.06.2022

(51) Cl. internationale :
C04B 2/10; C04B 7/43; F27B 19/04; F27B 19/04; F27B 7/20

(21) N° Dépôt :
51540

(22) Date de Dépôt :
26.04.2019

(30) Données de Priorité :
30.04.2018 DE 10 2018 206 674.4

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/EP2019/060765 26.04.2019

(71) Demandeur(s) :
THYSSENKRUPP INDUSTRIAL SOLUTIONS AG, ThyssenKrupp Allee 1 45143 Essen (DE)

(72) Inventeur(s) :
LEMKE, Jost ; WILLMS, Eike

(74) Mandataire :
SABA & CO., TMP

(54) Titre : **FABRICATION DE POMPE À OXY-FUEL SANS RECIRCULATION DES GAZ DE PRÉCHAUFFEUR**

(57) Abrégé : La présente invention concerne des procédés et des installations de production de clinker de ciment. Aucune recirculation des gaz d'échappement du préchauffeur n'est effectuée et, dans le préchauffeur, le rapport de la matière solide amenée aux gaz d'échappement est réglé à plus de 1,0 kg de matière solide rapportée aux gaz.

الملخـص

يتعلق الاختراع الحالي بعمليات ووحدات تصنيع لإنتاج كلنكر أسمنتي، حيث لا تحدث إعادة تدوير لغازات عادم السخان الأولي ويتم ضبط النسبة من المادة الصلبة التي تم إدخالها إلى غاز العادم في السخان الأولي إلى أكبر من 1.0 كجم من المادة الصلبة إلى الغاز.

الشكل 1.

الوصف الكامل

المجال التقني:

يتعلق الاختراع الحالي بعمليات ووحدات تصنيع لإنتاج كلنكر أسمنتي لا تحدث فيها إعادة تدوير لغازات عادم السخان الأولي.

يكشف الفن السابق عن العمليات ووحدات التصنيع التي يتم فيها إدخال الهواء وتسخينه مسبقًا في مبرد الكلنكر، مع قدرة جزء من هذا الهواء على التدفق إلى الفرن. علاوة على ذلك، من المعروف أنه يمكن إدخال خليط من CO_2 وO_2 بدلاً من الهواء في المبرد. لفصل أكسيد الكربون، غالبًا ما يتم حرق الكلنكر الأسمنتي مع استبعاد النيتروجين. لهذا الغرض، يتم استخدام الأكسجين النقي بدلاً من هواء الاحتراق في منطقة جهاز التكليس. ثم يتكون غاز العادم بشكل أساسي من CO_2 وبخار الماء ويحتوي فقط على القليل من الأكسجين والنيتروجين. يمكن تشغيل غاز العادم هذا بشكل نسبي ببساطة لإعطاء CO_2 النقي. توفر جميع المفاهيم المتاحة لهذا الغرض دائمًا إعادة تدوير غازات عادم السخان الأولي من أجل إحداث تغيير طفيف في درجات حرارة العملية وتدفق الحجم مقارنة بالفن السابق.

تتمثل الأمثلة على الفن السابق في الطلب الأوروبي رقم 1 037 005 ب1، الطلب الياباني 126328-2007 أ، الطلب الدولي046345/2010 أ1، الطلب الدولي001044/2011 أ1، الطلب الأوروبي 1923367 أ1، الطلب الأمريكي 267582/2017، الطلب الدولي067223/2010 أ1 أو الطلب الأوروبي 295224 أ1.

نظرًا للطلبات المتزايدة باستمرار من حيث الاقتصاد والنظام الحيوي، لا تزال هناك حاجة لتحسين وحدات التصنيع والعمليات الخاصة بإنتاج الكلنكر الأسمنتي.

وبناءً على ذلك، كان هدف الاختراع الحالي هو توفير، من بين أمور أخرى، وحدات تصنيع وعمليات محسنة لإنتاج الكلنكر الأسمنتي الذي لا يحتوي على عيوب التقنية السابقة أو تم تحسينه فيما يتعلق بالاقتصاد والنظام الحيوي مقارنة بوحدات التصنيع والعمليات من الفن السابق. علاوة على ذلك، كان هدف الاختراع الحالي تحسين العمليات الحالية بطريقة يمكن فيها الاستغناء عن إعادة تدوير غاز العادم إلى حد كبير.

يتم تحقيق الهدف وفقًا للاختراع الحالي من خلال موضوع عناصر الحماية الملحقة، حيث تمثل عناصر الحماية التابعة التجسيدات المفضلة.

يمكن اشتقاق تجسيدات أخرى للاختراع من الوصف التالي.

يوفر الاختراع الحالي، في أحد التجسيدات، وحدة فرن دوار لإنتاج كلنكر أسمنتي، والتي تشتمل على جهاز لإدخال الغاز المحتوي على الأكسجين الذي به نسبة من 15% بالحجم أو أقل من النيتروجين ونسبة من 50% بالحجم أو أكثر من الأكسجين في جهاز التكليس وبشكل اختياري كذلك في الفرن ذي الأنبوب الدوار.

في تجسيد إضافي، يوفر الاختراع الحالي بشكل مناظر عملية لإنتاج كلنكر أسمنتي، حيث يتم إدخال غاز يحتوي على الأكسجين الذي به نسبة من 15% بالحجم أو أقل من النيتروجين ونسبة من 50% بالحجم أو أكثر من الأكسجين في جهاز التكليس وبشكل اختياري كذلك في الفرن ذي الأنبوب الدوار.

وبالتالي يمكن مقارنة وحدة تصنيع الاختراع وعملية الاختراع بصورة من عملية وقود أكسجين.

في تجسيدات الاختراع الحالي، تتكون وحدة تصنيع الفرن الدوار من سخان أولي دوامي، وجهاز تكليس متوازي بدون قناة هواء ثلاثية، وفرن دوار ومبرد. تمتد قناة الهواء المتوسط من المبرد إلى مرحلة الفرازة الدوامية المتوسطة في السخان الأولي ثم إلى المطحنة الخام.

في بعض تجسيدات الاختراع الحالي، يتكون السخان الأولي الدوامي من سلسلة دوامية متعددة المراحل يتم تشغيلها باستخدام مقدار أصغر بكثير من الغاز. يتراوح حجم تدفق غاز العادم إلى بشكل بعدي من السخان الأولي من حوالي 0.50 إلى 0.70 متر^3 قياسي/كجم من الكلنكر. يمكن أن تكون نسبة المقادير المطبقة على غاز العادم أعلى من ذلك الحين وفي صورة متغيرة واحدة تتراوح من 1 إلى 2 كجم/كجم من المادة الصلبة إلى الغاز، ويفضل من 1.3 إلى 1.9 كجم/كجم من المادة الصلبة إلى الغاز. بالتوازي مع سلسلة الفرازة الدوامية، يتم توفير مرحلة دوامية إضافية واحدة على الأقل، ويتم تزويد كليهما بالهواء الساخن من المبرد. بناءً على تدفق الوجبة، تقع هذه المراحل الإضافية، في تجسيد مفضل، بشكل مركزي داخل سلسلة الفرازة الدوامية.

في تجسيدات أخرى للاختراع الحالي، يمكن تكوين السخان الأولي كمفاعل طبقة مميعة، خاصة في صورة ما يعرف بالطبقة المميعة المكونة للفقاعة.

وفقًا لذلك، تكون نسبة المادة الصلبة التي تم إدخالها إلى غاز العادم في خطوة التسخين الأولي، وفقًا للاختراع الحالي، مضبوطة على أكبر من 1.0 كجم، ويفضل أن تكون أكبر من 1.3 كجم، من المادة الصلبة لكل 1 كجم من الغاز، ويفضل من 1 إلى 2 كجم/كجم من المادة الصلبة إلى الغاز، ويفضل بشكل خاص من 1.3 إلى 1.9 كجم/كجم من المادة الصلبة إلى الغاز، أو تتم تهيئة وحدة التصنيع وفقًا لذلك لتحديد هذه النسبة (المقادير المطبقة على تدفق غاز العادم) في السخان الأولي.

يتوافق جهاز التكليس، في تجسيدات مختلفة، إلى حد كبير مع التصميم الكلاسيكي، حيث تكون نسبة المادة الصلبة إلى الغاز أعلى بكثير؛ تحدث أحمال مواد صلبة موضعية تزيد عن 2 كجم لكل كجم من الغاز، على سبيل المثال من 2 إلى 8 كجم لكل كجم من الغاز. في جهاز التكليس، يتم تحويل الجزء الأكبر (أكثر من 60%، على سبيل المثال، 80% تقريبًا) من حرارة الوقود. على الرغم من تركيز الأكسجين الأولي بحوالي 75%، فإن الوجبة الموجودة توفر حوض حراري كافٍ لمنع ارتفاع درجة الحرارة بشكل فائق. في حالة حرق وقود بديل خشن (بأطوال حواف > 100 مم)، يتم اختياريًا توفير منطقة مائلة لها زمن احتجاز أكبر للوقود. تتجسد أمثلة على هذه المناطق المائلة في الخطوات، الحواجز الشبكية الدافعة، الحواجز الشبكية الدافعة للخلف، وهكذا.

في بعض تجسيدات الاختراع الحالي، يتم ضبط نسبة المادة الصلبة المزودة إلى غاز العادم في خطوة التكليس وفقًا لذلك على أكبر من 1.0 كجم، ويفضل أكبر من 1.3 كجم، من المادة الصلبة لكل 1 كجم من الغاز، ويفضل من 1 إلى 2 كجم/كجم من المادة الصلبة إلى الغاز، ويفضل بشكل خاص من 1.3 إلى 1.9 كجم/كجم من المادة الصلبة إلى الغاز، أو تتم تهيئة وحدة التصنيع وفقًا لذلك لتحديد هذه النسبة في جهاز التكليس.

يتعلق أحد تجسيدات الاختراع الحالي بعملية إنتاج مادة رابطة هيدروليكية، ويفضل كلنكر الأسمنت، من مادة بادئة واحدة على الأقل، والتي تتكون على الأقل من خطوات تسخين أولي للمادة البادئة، تكليس المادة البادئة التي تم تسخينها بشكل أولي، إشعال المادة البادئة المتكلسة بهدف إنتاج أطوار معدنية نشطة هيدروليكيًا، وتبريد المادة الرابطة الهيدروليكية، وتتميز بأن مجمل تيارات الغاز التي يتم تغذيتها في جهاز التكليس تتكون إلى حد يزيد عن 50% بالحجم (يفضل أكثر من 85% بالحجم) من الأكسجين.

لأغراض الاختراع الحالي، من الممكن استخدام السخانات الأولية التقليدية، أي السخانات الأولية التي تمت تهيئتها على أنها سخانات أولية ذات قاطرة واحدة (1) (أو تيار واحد (1)). عادة ما تحتوي السخانات الأولية هذه على عدة مراحل.

في تجسيد مفضل للاختراع الحالي، تحتوي السخانات الأولية ذات القاطرة الواحدة (1) المستخدمة على 5 مراحل.

لأغراض الاختراع الحالي، يتم استخدام السخانات الأولية التي تمت تهيئتها على أنها سخانات أولية ذات قاطرتين (2) من القاطرات (أو 2 من التيارات).

في التجسيدات المفضلة للاختراع الحالي، تحتوي السخانات الأولية ذات القاطرتين على مجموعة من المراحل، على وجه الخصوص 3، أو 4 أو 5 مراحل. يفضل هنا سلاسل من 4 أو 5 مراحل للسخان الأولي.

في سياق الاختراع الحالي، يتم استخدام المصطلحين "– تيار" و "– قاطرة" بشكل مترادف فيما يتعلق بالسخانات الأولية.

تتم تهيئة السخانات الأولية التي يفضل استخدامها في أحد تجسيدات الاختراع الحالي بطريقة مماثلة لعملية PASEC (جهاز تكليس متوازي/متتابع). هذا يعني أنه، في تجسيد مفضل للاختراع الحالي، يتم وضع جهاز تكليس واحد ومجموعة من تيارات السخان الأولي، عادةً ما يكون جهاز تكليس واحدًا واثنين من تيارات السخان الأولي، بحيث تتقاطع كل من المادة وكذلك تيارات الغاز (في تيار معاكس). (يتقاطع تياران من السخان الأولي ولكن يتم ترتيبهما بالتتابع).

في تجسيدات أخرى مفضلة للاختراع الحالي، يتم استخدام أجهزة تكليس متكاملة. هذا يعني أن تيار كربونات الكالسيوم أو تيار أكسيد الكالسيوم موجود. يتم تنفيذ هذا التجسيد، على وجه الخصوص، عندما يكون للفرن الدوار مصفوفة غاز عادم بها تركيزات منخفضة من CO_2 بحيث تكون معدات فصل CO_2 كبيرة و/أو باهظة الثمن بشكل خاص.

تتمثل الميزة الكبيرة للاختراع الحالي في أن إغفال إعادة تدوير غاز العادم يجعل من الممكن تصغير وحدة التصنيع، مما يحقق مزايا هائلة من حيث الجهاز والمال.

في تجسيدات مختلفة للاختراع الحالي، يتم تنظيم إدخال الغاز بهدف تنظيم درجة الحرارة في جهاز التكليس. بهذه الطريقة، يمكن التحكم في تكوين أكاسيد النيتروجين (NOx). في الوقت نفسه، من

الممكن أيضًا تنظيم إمدادات الغاز بهدف تنظيم كمية الغاز في جهاز التكليس؛ إما كبديل أو بالإضافة إلى تنظيم درجة الحرارة.

في تجسيدات مفضلة للاختراع الحالي، يتم تنفيذ هذا الإمداد المنظم للغاز على الفور في اتجاه بعدي فوري لفرازة الفصل الأولى. في المتغيرات الأخرى، يمكن أن يتم الإمداد المنظم للغاز، كبديل أو بالإضافة إلى الإدخال بعد فرازة الفصل الأول، بعد فرازة الفصل اللاحقة أو حتى قبل الأخيرة.

يتعلق أحد تجسيدات الاختراع الحالي بعملية إنتاج كلنكر الأسمنت الهيدروليكي من مادة بادئة واحدة على الأقل، والتي تتكون على الأقل من خطوات تسخين أولي للمادة البادئة، تكليس المادة البادئة التي تم تسخينها بشكل أولي، إشعال المادة البادئة المتكلسة بهدف إنتاج أطوار معدنية نشطة هيدروليكيًا، تبريد المادة الرابطة الهيدروليكية، تتسم بأن التسخين الأولي يحدث في السخان الأولي الدوامي تكون فيه النسبة من المادة الصلبة التي تم الإمداد بها وغاز العادم أكبر من 1 إلى 2 كجم من المادة الصلبة لكل 1 كجم من الغاز، بشكل مفضل من 1.3 إلى 1.9 كجم من المادة الصلبة لكل كجم من الغاز.

يتعلق أحد تجسيدات الاختراع الحالي بوحدة تصنيع لإنتاج كلنكر أسمنتي هيدروليكي، والذي يتكون من سخان أولي دوامي واحد على الأقل، جهاز تكليس بتدفق محتجز، فرن دوار ومبرد كلنكر، تتسم بأن لجهاز التكليس بالتدفق المحتجز مقطع غير رأسي يتم فيه إدخال أنواع الوقود الخشن لها طول حافة من أكثر من 100 مم (أي حجم غير قابل للاحتجاز) وتتدفق الغازات الساخنة في جهاز التكليس عليها.

يتعلق أحد تجسيدات الاختراع الحالي بعملية لإنتاج كلنكر أسمنتي هيدروليكي من مادة بادئة واحدة على الأقل، والتي تتكون على الأقل من خطوات تجفيف المادة الخام وطحنها، تسخين أولي للمادة البادئة، تكليس المادة البادئة التي تم تسخينها بشكل أولي، إشعال المادة البادئة المتكلسة بهدف إنتاج أطوار معدنية نشطة هيدروليكيًا، تبريد المادة الرابطة الهيدروليكية، تتسم بأنه يتم إدخال الهواء الساخن من مبرد الكلنكر على الأقل جزئيًا إلى التسخين الأولي ولاحقًا التجفيف والطحن، مع الخلط مع غاز العادم من عملية التكليس وتحاشي عملية الإشعال.

في أحد تجسيدات الاختراع الحالي، يكون الغاز المحتوي على الأكسجين عبارة عن هواء مستنفد لـ N_2، على وجه الخصوص هواء شديد الاستنفاد لـ N_2.

في أحد تجسيدات الاختراع الحالي، يعد الغاز المحتوي على الأكسجين عبارة عن هواء تم تخصيبه بشكل كبير باستخدام O_2.

في أحد تجسيدات الاختراع الحالي، يعد الغاز المحتوي على الأكسجين عبارة عن أكسجين نقي (درجة تقنية)؛ يعد هذا هو تجسيد مفضل للاختراع الحالي.

في أحد تجسيدات الاختراع الحالي، لا يكون الغاز المحتوي على الأكسجين خليط O_2/CO_2.

في أحد تجسيدات الاختراع الحالي، لا يعد تيار الغاز الذي تم إدخاله غاز معاد تدويره.

في أحد تجسيدات الاختراع الحالي، لا يحتوي تيار الغاز الذي تم إدخاله على أي غاز معاد تدويره.

في أحد تجسيدات الاختراع الحالي، لا يكون الغاز المحتوي على الأكسجين عبارة عن هواء أو هواء تمت معالجته أو تشغيله. هذا هو تجسيد أكثر تفضيلاً.

يجب أن يؤخذ في الاعتبار أنه قد يتم امتصاص الهواء من الخارج بكميات صغيرة بسبب تشغيل وحدة التصنيع تحت ضغط جوي تحت الغلاف الجوي. في هذه الحالة، تعني كمية صغيرة أقل من 10% من حيث الحجم، ولا سيما من 1 إلى 5% من حيث الحجم. لا يؤخذ هذا الهواء الذي من المحتمل امتصاصه من الخارج في الاعتبار عند تعريف الغاز المحتوي على الأكسجين.

في سياق الاختراع الحالي، تتراوح الكمية الإجمالية لغاز العادم الناتج عن الاحتراق والتكلس لتكوين المادة الرابطة (كلنكر الأسمنت)، في بعض التجسيدات، من 0.50 إلى 0.70 متر مكعب قياسي/كجم من الكلنكر. هنا، يقابل متر^3 واحد من الغاز واحد متر^3 من الغاز عند ضغط 101.325 كيلو باسكال ودرجة حرارة 273.15 كلفن.

في سياق الاختراع الحالي، من الممكن الحصول على CO_2 الذي له نقاوة متزايدة بشكل كبير في اتجاه التيار من السخان الأولي، بحيث يكون العمل الإضافي أسهل أو ممكنًا بسهولة مقارنة بالفن السابق.

في بعض تجسيدات الاختراع الحالي، يمكن وضع جهاز الكربنة في قاطرة السخان الأولي. يُفضل استخدام أو تشغيل جهاز الكربنة هذا فقط عند خروج غازات العادم من الفرن، ويفضل أن يكون فرن الأنبوب الدوار، ويتم إدخاله في قاطرة السخان الأولي التي بها مصفوفة غاز العادم التي تجعل التشغيل الاقتصادي لـCO_2 أكثر تكلفة دون داع. تتميز مصفوفة غاز العادم بغاز العادم الذي يحتوي على محتوى أقل من 35% من حجم CO_2 في الحالة المرجعية الجافة (تعني "الحالة المرجعية الجافة" أنه تم تجاهل الرطوبة في حساب غاز العادم).

في تجسيد أول خاص للاختراع الحالي، يمكن الإشارة إلى العملية كعملية تشتمل على جهاز تكليس وقود أكسجين منفصل مع فرن مشتعل تقليديًا.

هنا، تشتمل وحدة التصنيع الخاصة بتنفيذ العملية على جهاز تكليس لتكليس المادة التي يتم توصيلها أولاً بمخزن الوقود، وثانيًا، يمكن إدخال غاز يحتوي على الأكسجين بالمعنى الوارد في الاختراع الحالي، ويفضل الأكسجين النقي. في هذا السياق، يمكن بالتالي الإشارة إلى جهاز التكليس هذا باسم جهاز تكليس الوقود بالأكسجين. يتم توصيل جهاز التكليس هذا بالسخان الأولي الأول لمواد التسخين الأولي. يمكن تفريغ غازات العادم من السخان الأولي الأول هذا لاستخدام الحرارة المهدرة أو معالجة غاز العادم، ويمكن بعد ذلك تمرير غازات العادم هذه إلى فصل CO_2 وضغط CO_2. من هناك، يتم نقل الغازات أولاً إلى الرصة وتصريفها في الغلاف الجوي (الغاز المتبقي) وثانيًا يتم نقلها إلى تخزين CO_2 أو نقل CO_2 أو للاستخدام مرة أخرى.

يتم توصيل السخان الأولي الأول (السخان الأولي "الأيسر") بسخان أولي ثانٍ (السخان الأولي "الأيمن") ويتم نقل المواد، أي الوجبة الخام، فقط في اتجاه السخان الأولي الثاني، ولكن ليس العكس. يتم أيضًا إخراج غاز العادم من السخان الأولي الثاني وتمريره لمزيد من معالجة غاز العادم. نتم إضافة غاز العادم الساخن الناتج من الفرن ذي الأنبوب الدوار إلى السخان الأولي الثاني.

يتم توصيل كل من السخان الأولي الأول والسخان الأولي الثاني بصومعة الوجبات الخام، والتي يتم من خلالها توصيل الوجبة الخام إلى السخان الأولي. يتبع تيار المادة للوجبة الخام من صومعة الدقيق الخام عبر جهازين للتسخين الأولي وجهاز التكليس التدفقات المعروفة من الفن السابق. من جهاز التكليس، يتم بعد ذلك إدخال الوجبة الخام في الفرن، ولا سيما الفرن الأنبوبي الدوار. يمكن إدخال غازات العادم من هذا الفرن إلى السخان الأولي الثاني.

يتم توفير الفرن (الأنبوب الدوار) بالطريقة المعتادة مع مخزن للوقود ومبرد للكلنكر الخارج من الفرن. يمكن أيضًا تمرير غاز العادم من المبرد إلى استخدام الحرارة المهدرة أو معالجة غاز العادم. يمكن بعد ذلك إدخال الكلنكر الذي يغادر المبرد في صومعة الكلنكر.

يتم أيضًا وصف مثل هذا الاتصال أو تدفق العملية كما هو موضح للتو على سبيل المثال في الشكل 1.

يتوافق تجسيد خاص ثانٍ للاختراع الحالي في جزء كبير منه مع التجسيد الخاص الأول الموصوف للتو.

في هذا التجسيد الثاني المحدد، يتم توفيره بشكل إضافي للغاز المحتوي على الأكسجين أو الأكسجين ليتم تسخينه بشكل أولي قبل تغذيته في جهاز تكليس الوقود الأكسجين. علاوة على ذلك، يمكن أيضًا استخدام الغاز المحتوي على الأكسجين المُسخَّن بشكل أولي أو الأكسجين بشكل أولي في تجسيد من هذا النوع بشكل متزامن في استخدام الحرارة المهدرة أو معالجة غاز العادم.

هناك اختلاف آخر عن التجسيد المحدد الأول الموصوف أعلاه وهو إمكانية عبور تيارات المواد المماثلة لعملية PASEC المعروفة التي تحدث بين السخان الأولي الأول (السخان الأولي "الأيسر") والسخان الأولي الثاني (السخان الأولي "الأيمن") في متغيرات مختلفة. عندما يتم توفير الوجبة الخام إلى السخان الأولي الثاني الذي تتم فيه تغذية غاز العادم الساخن من الفرن (الأنبوب الدوار) بالإضافة إلى ذلك، يمكن تجفيف المادة وتسخينها مسبقًا في هذا السخان الأولي الثاني. ومن مزايا ذلك أن طاقة أقل تعد ضرورية لتكثيف الماء في معالجة CO_2.

يتم أيضًا وصف مثل هذا الاتصال أو تدفق العملية كما هو موضح للتو على سبيل المثال في الشكل 2.

في تجسيد ثالث خاص للاختراع الحالي، يمكن وصف العملية على أنها عملية تشتمل على جهاز تكليس وقود أكسجين منفصل مع فرن مشتعل تقليديًا واستنفاد جزئي لـCO_2 في تيار السخان الأولي الأيمن (أي تيار السخان الأولي الذي يدخل فيه غاز العادم من الفرن، ولا سيما الفرن ذي الأنبوب الدوار). في هذا التجسيد، يوجد مبرد في منطقة جهاز الكربنة التي تقع في تيار السخان الأولي الأيمن؛ يتم ضبط درجة حرارة الكربنة عن طريق هذا المبرد.

في هذا التجسيد أيضًا، يُعرف الهيكل الأساسي الرئيسي للشخص الماهر في المجال. على النقيض من التجسيد الموصوف أولاً، يتم الآن ترتيب تيار السخان الأولي الذي يتكون من السخان الأولي الثاني موضوع في الأعلى والسخان الأولي الثالث موضوع في الأسفل، حيث يتم وضع جهاز كربنة، بدلاً من السخان الأولي الثاني (السخان الأولي "الأيمن"). في هذا التجسيد، يتم تبادل المواد بين السخان الأولي الأول والسخان الأولي الثاني (في كلا الاتجاهين) وأيضًا بين السخان الأولي الأول والسخان الأولي الثالث (وبالمثل في كلا الاتجاهين). بالإضافة إلى ذلك، يتم تقسيم المادة الخارجة من جهاز تكليس الوقود بالأكسجين إلى جزء تتم تغذيته في الفرن، وخاصة الفرن ذي الأنبوب الدوار، والجزء الثاني الذي تتم تغذيته في جهاز الكربنة.

يتم أيضًا وصف مثل هذا الاتصال أو تدفق العملية كما هو موضح للتو على سبيل المثال في الشكل 3.

في تجسيد رابع خاص للاختراع الحالي، يمكن وصف العملية على أنها عملية تشتمل على جهاز تكليس وقود أكسجين منفصل مع فرن مشتعل تقليديًا واستنفاد جزئي لـ CO_2 في تيار السخان الأولي الأيمن (أي تيار السخان الأولي الذي يدخل فيه غاز العادم من الفرن، ولا سيما الفرن ذي الأنبوب الدوار، الذي يتم تغذيته). في هذه الصورة المتغيرة، لا يوجد مبرد لضبط درجة حرارة الكربنة موجود في منطقة جهاز الكربنة التي تقع في تيار السخان الأولي الأيمن.

يختلف هذا التجسيد عن التجسيد الخاص الثالث الموصوف أعلاه في أن إدخال المواد من صومعة الوجبة الخام يحدث فقط في السخان الأولي الثاني الموضوع في الأعلى (السخان الأولي "الأيمن") ولكن ليس في السخان الأولي الأول. يحدث تبادل المواد بين تيارات السخان الأولي (السخان الأولي الأول على الجانب الأول (الأيسر) والسخان الأولي الثاني، ويحدث بين جهاز الكربنة والسخان الأولي الثالث على الجانب الآخر (الأيمن)) فقط من السخان الأولي الثالث الواقع في الأسفل إلى السخان الأولي الأول. يتم أيضًا وصف مثل هذا الاتصال أو تدفق العملية كما هو موضح للتو على سبيل المثال في الشكل 4.

يتم أيضًا وصف مثل هذا الاتصال أو تدفق العملية كما هو موضح للتو على سبيل المثال في الشكل 4.

يجب أن يكون مفهوماً أن وصف هذه التجسيدات الأربعة المحددة المذكورة أعلاه لا يحدد بالطبع جميع السمات التي يتم تنفيذها في الواقع ولكنه بدلاً من ذلك يحدد العملية وبنية وحدة التصنيع بطريقة مبسطة وفقًا لذلك، كما يمكن استنتاجها بسهولة على الفور من قبل شخص ماهر في الفن.

يوفر الاختراع الحالي أيضًا، من بين أمور أخرى، التجسيدات التالية المعينة بالأرقام الرومانية:

التجسيد 1. عملية لإنتاج كلنكر أسمنتي، تشتمل على الخطوات

أ) تسخين أولي للمادة البادئة إلى درجة حرارة التكلس،

ب) تكليس المادة البادئة التي تم تسخينها بشكل أولي،

ج) إشعال المادة البادئة المتكلسة في فرن دوار،

د) تبريد الكلنكر الأسمنتي،

هـ) إدخال غاز يحتوي على الأكسجين الذي به نسبة من 15% بالحجم أو أقل من النيتروجين ونسبة من 50% بالحجم أو أكثر من الأكسجين في

1) جهاز التكليس،

تتسم بأن

- لا يتم إدخال أي غازات من الفرن الدوار إلى التكليس،
- يتم استخدام السخانات الأولية الدوامية ذات القاطرة الواحدة أو القاطرات المتعددة التي يتم توصيل الفرازات الدوامية المنفردة الخاصة بها ببعضها البعض بأسلوب سلسلة متتابعة للتسخين الأولي،
- يعد نقل المادة و/أو نقل الغاز ممكنًا بين السخانات الأولية الدوامية المنفردة و
- لا تحدث إعادة تدوير لغازات عادم السخان الأولي.

التجسيد 1أ. عملية لإنتاج كلنكر أسمنتي، تشتمل على الخطوات

أ) تسخين أولي للمادة البادئة إلى درجة حرارة التكلس،

ب) تكليس المادة البادئة التي تم تسخينها بشكل أولي،

ج) إشعال المادة البادئة المتكلسة في فرن دوار،

د) تبريد الكلنكر الأسمنتي،

هـ) إدخال غاز يحتوي على الأكسجين الذي به نسبة من 15% بالحجم أو أقل من النيتروجين ونسبة من 50% بالحجم أو أكثر من الأكسجين في

1) جهاز التكليس،

تتسم بأن

- لا يتم إدخال أي غازات من الفرن الدوار إلى التكليس،
- يتم استخدام السخانات الأولية الدوامية ذات القاطرة الواحدة أو القاطرات المتعددة التي يتم توصيل الفرازات الدوامية المنفردة الخاصة بها ببعضها البعض بأسلوب سلسلة متتابعة للتسخين الأولي،
- يعد نقل المادة و/أو نقل الغاز ممكنًا بين السخانات الأولية الدوامية المنفردة و
- لا تحدث إعادة تدوير لغازات عادم السخان الأولي،

تتسم بأنه يتم ضبط النسبة من المادة الصلبة التي تم إدخالها إلى غاز العادم في الخطوة أ) إلى أكبر من 1.0 كجم من المادة الصلبة إلى الغاز.

التجسيد 2. عملية وفقًا للتجسيد 1 أو 1أ، تتسم بأن الخطوة هـ) تشتمل بشكل إضافي على 2) إدخال الغاز المحتوي على الأكسجين في الفرن الدوار.

التجسيد 3. عملية وفقًا لأي من التجسيدات السابقة، تتسم بأنه يتم استخدام السخانات الأولية الدوامية ذات القاطرة الواحدة أو القاطرات المتعددة متعددة المراحل.

التجسيد 4. عملية وفقًا لأي من التجسيدات السابقة، تتسم بأنه يتم استخدام السخانات الأولية الدوامية ذات القاطرتين لها من مرحلتين إلى ستة مراحل، بشكل مفضل خمسة مراحل.

التجسيد 5. عملية وفقًا لأي من التجسيدات السابقة، تتسم بأن عبور تيارات الوجبة يحدث لكن دون حدوث لعبور تيارات الغاز بعد كل مرحلة بين السخانات الأولية لسخان أولي دوامي متعدد القاطرات.

التجسيد 6. عملية وفقًا لأي من التجسيدات السابقة، تتسم بأن التسخين الأولي يحدث مع تدخل جهاز كربنة واحد على الأقل.

التجسيد 7. عملية وفقًا لأي من التجسيدات السابقة، تتسم بأنه يتم إمداد سخان أولي به جهاز كربنة لقاطرة السخان الأولي الثاني بغازات العادم التي تأتي من الفرن الدوار، حيث يكون لغازات العادم نسبة صغيرة من CO_2 بمقدار أقل من 35% بالحجم في الحالة المرجعية الجافة. في إحدى الصور المتغيرة، تتسم غازات العادم، كبديل أو بالإضافة إلى محتوى CO_2 المنخفض، بنسبة مرتفعة من المكونات غير القابلة للتكثيف.

التجسيد 8. عملية وفقًا لأي من التجسيدين 6 و7، تتسم بأنه يتم ضبط درجة حرارة الكربنة بواسطة جهاز كربنة به مبرد.

التجسيد 9. عملية وفقًا لأي من التجسيدات السابقة، تتسم بأنه يتم ضبط النسبة من المادة الصلبة التي تم إدخالها إلى غاز العادم في الخطوة أ) إلى أكبر من 1.0 كجم، بشكل مفضل أكبر من 1.3 كجم، من المادة الصلبة لكل 1 كجم من الغاز، بشكل مفضل من 1 إلى 2 كجم/كجم من المادة الصلبة إلى الغاز، بشكل مفضل تحديدًا من 1.3 إلى 1.9 كجم/كجم من المادة الصلبة إلى الغاز.

التجسيد 10. عملية وفقًا لأي من التجسيدات السابقة، تتسم بأن يتم ضبط النسبة من المادة الصلبة التي تم إدخالها إلى غاز العادم في الخطوة ب) إلى أكبر من 1.0 كجم، بشكل مفضل أكبر من 1.3 كجم، من المادة الصلبة لكل 1 كجم من الغاز، بشكل مفضل من 1 إلى 2 كجم/كجم من المادة الصلبة إلى الغاز، بشكل مفضل تحديدًا من 1.3 إلى 1.9 كجم/كجم من المادة الصلبة إلى الغاز، حيث يعد جهاز التكليس بشكل مفضل عبارة عن جهاز تكليس بتدفق محتجز، أو تتسم بأنه يتم ضبط النسبة من المادة الصلبة التي تم إدخالها إلى غاز العادم في الخطوة أ) إلى أكبر من 1.3 كجم من المادة الصلبة لكل 1 كجم من الغاز، بشكل مفضل من 1 إلى 2 كجم/كجم من المادة الصلبة إلى الغاز، بشكل مفضل تحديدًا من 1.3 إلى 1.9 كجم/كجم من المادة الصلبة إلى الغاز.

التجسيد 11. عملية وفقًا لأي من التجسيدات السابقة، تتسم بأنه يتم إدخال أنواع الوقود الخشن لها طول حافة من 70 مم أو أكثر، بشكل مفضل 100 مم أو أكثر، في جهاز التكليس والذي يعد بشكل مفضل جهاز تكليس بتدفق محتجز له مقطع غير رأسي، بحيث أن الغازات الساخنة في جهاز التكليس تتدفق عليه.

التجسيد 12. عملية وفقًا لأي من التجسيدات السابقة، تتسم بأن الغاز

1) يحتوي على 75% بالحجم أو أكثر من الأكسجين، بشكل مفضل 85% بالحجم أو أكثر، 90% بالحجم أو أكثر، 95% بالحجم أو أكثر، 98% بالحجم أو أكثر أو 99% بالحجم أو أكثر،

أو

11) يحتوي على 10% بالحجم أو أقل من النيتروجين، بشكل مفضل 8% بالحجم أو أقل، 6% بالحجم أو أقل، 4% بالحجم أو أقل، أو له محتوى نيتروجين أقل من حد الكشف،

أو

111) يحتوي على 75% بالحجم أو أكثر من الأكسجين، بشكل مفضل 85% بالحجم أو أكثر، 90% بالحجم أو أكثر، 95% بالحجم أو أكثر، 98% بالحجم أو أكثر أو 99% بالحجم أو أكثر، و10% بالحجم أو أقل من النيتروجين، بشكل مفضل 8% بالحجم أو أقل، 6% بالحجم أو أقل، 4% بالحجم أو أقل، أو له محتوى نيتروجين أقل من حد الكشف.

التجسيد 13. عملية وفقًا لأي من التجسيدات السابقة، تتسم بأن

أ) درجة الحرارة في جهاز التكليس أو

ب) مقدار الغاز في جهاز التكليس أو

ج) درجة الحرارة ومقدار الغاز في جهاز التكليس

يتم تنظيم كل منها/كلها بواسطة إعادة تدوير جزئية للغازات، حيث تعد الغازات المعاد تدويرها عبارة عن غازات العادم من أحد مراحل السخان الأولي عقب جهاز التكليس، بشكل مفضل مرحلة السخان الأولي الأول عقب جهاز التكليس.

التجسيد 14. عملية وفقًا للتجسيد 13، تتسم بأنه يتم إجراء إدخال الغازات المعاد تدويرها

- بشكل بعدي من فرازة الفصل الأولى أو
- بين فرازتي الفصل الأولى وقبل الأخيرة أو
- بشكل بعدي من مجموعة من فرازات الفصل الدوامية.

التجسيد 15. عملية وفقًا لأي من التجسيدات من 1 إلى 8، تتسم بأنه يتم تنظيم المقادير من الغاز المحتوي على الأكسجين والوقود التي تمت تغذيتها إلى جهاز التكليس كدالة درجة حرارة التكلس ودرجة الحرارة في السخان الأولي.

التجسيد 16. عملية وفقًا لأي من التجسيدات السابقة، تتسم بأنه يتم بشكل إضافي إجراء إعادة تدوير جهاز التكليس غازات العادم، تحديدًا بشكل بعدي من المرحلة الفرازية الأدنى.

التجسيد 17. وحدة تصنيع لإنتاج كلنكر أسمنتي، تشتمل على سخان أولي، جهاز تكليس، فرن دوار ومبرد كلنكر، حيث يكون لوحدة التصنيع جهاز لتغذية غاز في 1) جهاز التكليس، حيث يكون للغاز الذي تم إدخاله نسبة من 15% بالحجم أو أقل من النيتروجين ونسبة من 50% بالحجم أو أكثر من الأكسجين، تتسم بأن

- لا يتم إدخال أي هواء من الفرن الدوار في جهاز التكليس،
- يتم استخدام السخانات الأولية الدوامية التي يتم توصيل الفرازات الدوامية المنفردة الخاصة بها ببعضها البعض بأسلوب سلسلة متتابعة في صورة سخانات أولية و
- يعد نقل المادة و/أو نقل الغاز ممكنًا بين السخانات الأولية الدوامية المنفردة و
- لا يوجد جهاز إعادة تدوير لغازات عادم السخان الأولي.

التجسيد 17أ. وحدة تصنيع لإنتاج كلنكر أسمنتي، تشتمل على سخان أولي، جهاز تكليس، فرن دوار ومبرد كلنكر، حيث يكون لوحدة التصنيع جهاز لتغذية غاز في 1) جهاز التكليس، حيث يكون للغاز الذي تم إدخاله نسبة من 15% بالحجم أو أقل من النيتروجين ونسبة من 50% بالحجم أو أكثر من الأكسجين، تتسم بأن

- لا يتم إدخال أي هواء من الفرن الدوار في جهاز التكليس،
- يتم استخدام السخانات الأولية الدوامية التي يتم توصيل الفرازات الدوامية المنفردة الخاصة بها ببعضها البعض بأسلوب سلسلة متتابعة في صورة سخانات أولية و
- يعد نقل المادة و/أو نقل الغاز ممكنًا بين السخانات الأولية الدوامية المنفردة و
- لا يوجد جهاز إعادة تدوير لغازات عادم السخان الأولي، و

تتسم بأن تتم تهيئة وحدة التصنيع لضبط النسبة من المادة الصلبة التي تم إدخالها إلى غاز العادم في السخان الأولي إلى أكبر من 1.0 كجم من المادة الصلبة إلى الغاز.

التجسيد 18. وحدة تصنيع وفقًا للتجسيد 17أ، تتسم بأن تتم تهيئة وحدة التصنيع لضبط النسبة من المادة الصلبة التي تم إدخالها إلى غاز العادم في السخان الأولي إلى أكبر من 1.3 كجم من المادة الصلبة لكل 1 كجم من الغاز، بشكل مفضل من 1 إلى 2 كجم/كجم من المادة الصلبة إلى الغاز، بشكل مفضل تحديدًا من 1.3 إلى 1.9 كجم/كجم من المادة الصلبة إلى الغاز.

التجسيد 19. وحدة تصنيع وفقًا لأي من التجسيدات من 17، 17أ و18، تتسم بأن لها بشكل إضافي 2) جهاز لتغذية الغاز المحتوي على الأكسجين في الفرن الدوار.

على الرغم من أن الاختراع الحالي قد تم وصفه فيما يتعلق بالأفران التقليدية، إلا أنه يمكن أيضًا دمجه مع الموضوع المحدد للاختراع الموازي " إنتاج كلنكر وقود أكسجين مع إضافة أكسجين خاصة"، ولا سيما تجسيدات الاختراع الموازي المحدد بواسطة الأرقام من ج1 إلى ج8، حيث تكون هذه التوليفات صراحة أيضًا موضوع الاختراع الحالي:

التجسيد ج1. عملية لإنتاج كلنكر أسمنتي، تشتمل على الخطوات

أ) تسخين أولي للمادة البادئة إلى درجة حرارة التكليس،

ب) تكليس المادة البادئة التي تم تسخينها بشكل أولي،

ج) إشعال المادة البادئة المتكلسة في فرن،

د) تبريد الكلنكر الأسمنتي،

تتسم بالخطوة

هـ) إدخال غاز يحتوي على الأكسجين الذي به نسبة من 15% بالحجم أو أقل من النيتروجين ونسبة من 50% بالحجم أو أكثر من الأكسجين من مقطع أول من المبرد في الفرن الدوار المتصل بشكل مباشر بالجزء العلوي من الفرن.

التجسيد ج1أ. عملية لإنتاج لإنتاج كلنكر أسمنتي، تشتمل على الخطوات

أ) تسخين أولي للمادة البادئة إلى درجة حرارة التكليس،

ب) تكليس المادة البادئة التي تم تسخينها بشكل أولي،

ج) إشعال المادة البادئة المتكلسة في فرن،

د) تبريد الكلنكر الأسمنتي،

هـ) إدخال غاز يحتوي على الأكسجين الذي به نسبة من 15% بالحجم أو أقل من النيتروجين ونسبة من 50% بالحجم أو أكثر من الأكسجين من مقطع أول من المبرد في الفرن الدوار المتصل بشكل مباشر بالجزء العلوي من الفرن، تتسم بأن تيارات الغاز الإجمالية التي تم إدخالها في عمليات الاحتراق تتكون من نطاق يزيد عن 50% بالحجم، بشكل مفضل يزيد عن 85% بالحجم من الأكسجين.

التجسيد ج2. عملية وفقًا للتجسيدات ج1 وج1أ، تتسم بأنه تتم إعادة تدوير تيار غاز فرعي من أجزاء وحدة تصنيع تقع بشكل قبلي في اتجاه تدفق المادة، بشكل مفضل من مدخل الفرن أو بشكل بعدي من جهاز التكليس، إلى الجزء العلوي من الفرن للاحتراق.

التجسيد ج3. عملية وفقًا لأي من التجسيدات من ج1، ج1أ وج2، تتسم بأنه تتم تغذية هواء العادم الساخن من مبرد الكلنكر جزئيًا على الأقل للتسخين الأولي، أو جزئيًا على الأقل للتجفيف والطحن، أو جزئيًا على الأقل للتسخين الأولي ثم التجفيف والطحن، مع الخلط مع غاز العادم من عملية التكليس ويتم تجنب عملية الحرق.

التجسيد ج4. عملية وفقًا لأي من التجسيدات من ج1 إلى ج3، تتسم بأن أن الغاز الغني بالأكسجين المأخوذ من منطقة مدخل الفرن يُعاد تدويره، بعد استنفاد على الأقل الكبريت والكلور، إلى نظام الفرن.

التجسيد ج5. عملية وفقًا لأي من التجسيدات من ج1 إلى ج4، تتسم بأنه يتم تنظيم المقدار من الغاز والوقود الذي تم إدخاله كدالة درجة حرارة الاحتراق وتدفقات حجم الغاز.

التجسيد ج6. عملية وفقًا لأي من التجسيدات من ج1 إلى ج5، تتسم بأن يتم ضبط إدخال الغاز المحتوي على الأكسجين بحيث يوجد الفائض من الأكسجين في الحارق الرئيسي والمقادير المتبقية من الأكسجين تذهب في جهاز التكليس للاحتراق هناك.

التجسيد ج7. عملية وفقًا لأي من التجسيدات من ج1 إلى ج6، تتسم بأن إدخال الغاز المحتوي على الأكسجين يحدث بشكل حصري على جانب وسيلة فصل الغاز التي يتم وضعها في المبرد ومجاور مباشرة للجزء العلوي للفرن، حيث تكون وسيلة فصل الغاز عبارة عن وسيلة ميكانيكية لفصل الغازات، أو نظام يعتمد على إدخال الغاز الحاجز أو نظام مشترك.

التجسيد ج8. وحدة تصنيع لإنتاج كلنكر أسمنتي، تشتمل على سخان أولي، جهاز تكليس، فرن دوار ومبرد كلنكر، تتسم بأن لوحدة التصنيع، في مقطع المبرد المتصل بشكل مباشر بالجزء العلوي من الفرن، جهاز لتغذية الغاز من المبرد في الفرن الدوار، تتم تهيئة الجهاز لإدخال غاز به نسبة من 15% بالحجم أو أقل من النيتروجين ونسبة من 50% بالحجم أو أكثر من الأكسجين.

التجسيد ج8أ. وحدة تصنيع لإنتاج كلنكر أسمنتي، تشتمل على سخان أولي، جهاز تكليس، فرن دوار ومبرد كلنكر، تتسم بأن لوحدة التصنيع، في مقطع المبرد المتصل بشكل مباشر بالجزء العلوي من الفرن، جهاز لتغذية الغاز من المبرد في الفرن الدوار، تتم تهيئة الجهاز لإدخال غاز به نسبة من 15% بالحجم أو أقل من النيتروجين ونسبة من 50% بالحجم أو أكثر من الأكسجين، وحيث تتم تهيئة وحدة التصنيع لإدخال تيارات الغاز التي تتكون بمجملها من نطاق يزيد عن 50% بالحجم، بشكل مفضل يزيد عن 85% بالحجم، من الأكسجين في عمليات الاحتراق.

في تجسيدات محددة للاختراع الحالي، لا تتم تغذية الهواء من الفرن الدوار إلى جهاز التكليس. في تجسيدات محددة أخرى للاختراع الحالي، لا تكون تيارات السخانات الأولية الأولى والثانية (واختيارياً الإضافية) أو تيارات السخان الأولي مستقلة عن بعضها البعض. يمكن دمج هذه التجسيدات المحددة صراحةً مع التجسيدات الأخرى المذكورة أعلاه، خاصةً التجسيدات المعينة بواسطة الأرقام من 1 إلى 18.

تنشأ الطبيعة المفيدة للاختراع الحالي، من بين أمور أخرى، من الجوانب التالية: نظرًا لأن الفرن والسخان الأولي يتم تصميمهما دائمًا وفقًا لمقدار الغاز، فإن ميزة استبعاد النيتروجين من الخليط هي أنه يمكن بناء وحدات تصنيع جديدة أصغر بكثير وبالتالي أرخص بكثير، أو يمكن تشغيل وحدات التصنيع القائمة بقدرة أعلى بكثير بعد تحويلها.

ينشأ جانب مفيد للاختراع الحالي من إدخال غاز يحتوي على أكسجين به محتوى أكسجين عالي أو أكسجين نقي في جهاز التكليس وحقيقة أنه لا توجد إعادة تدوير لغازات السخان الأولي (الغازات

الحاملة) المشتقة منه وبالتالي يتم تقليل مقادير الغاز في جهاز التكليس والسخان الأولي البعدي بشكل كبير.

يسمح هذا بأبعاد أصغر بكثير لجهاز التكليس والسخان الأولي/السخانات الأولية البعدية. هذا الانخفاض في حجم وحدة التصنيع يعد مصحوب بتقلص في مساحات السطح التي تعطي الحرارة إلى المناطق المحيطة. هذا يقلل أولاً من فقد الحرارة للمعدات ولكن أيضًا من مقدار الهواء غير المرغوب فيه الذي يدخل على وجه التحديد وبالتالي يزيد من كفاءة الطاقة الحرارية لوحدة التصنيع. علاوة على ذلك، يتم تحقيق وفورات كبيرة في استهلاك الطاقة الكهربائية المطلوبة نتيجة للانخفاض الكبير في تدفق الغاز الذي سيتم نقله.

يؤدي تقليل مقدار الغاز تلقائيًا إلى زيادة تحميل المواد الصلبة في الطور الغازي (راجع أعلاه)، مع ضرورة أخذ هذه الحقيقة في الاعتبار في كل من جهاز التكليس وكذلك في القنوات الصاعدة للفرازة الدوامية بالسخان الأولي. هنا، يتم توفير سرعات الغاز التي تضمن النقل الكافي للجسيمات (جزيئات المواد (الوجبة) الخام) في الطور الغازي. مع انخفاض قطر القنوات، يزداد عدد Froude، وهو مؤشر مهم لقدرة المرحلة الغازية على نقل المواد الصلبة. في أقطار القناة الكبيرة، يمكن زيادة سرعة الغاز بشكل إضافي عند تحميل المواد الصلبة المرتفعة من أجل ضمان القدرة الاستيعابية للطور الغازي للمادة الصلبة. كبديل، من الممكن، في سياق الاختراع الحالي، تنفيذ مجموعة من الأنظمة المتصلة بالتوازي (من أجل تقليل قطر الأنبوب) أو تنفيذ إعادة تدوير جزئي للغازات، على وجه الخصوص في منطقة جهاز التكليس. يمكن أن تكون إعادة التدوير الجزئية، أو المتحكم فيها أو المنظمة لغاز عادم جهاز التكليس (في اتجاه تيار جهاز الفصل الدوامي) مفيدة بشكل خاص من أجل تقليل درجات الحرارة القصوى وبالتالي تقليل انبعاثات الملوثات، على سبيل المثال أكاسيد النيتروجين NOx الحراري (ينشأ النيتروجين من الوقود) أو يعادل احتراق الوقود الذي له قيمة حرارية متقلبة.

من حيث المبدأ، يمكن ضبط الزيادة الشاملة في السرعة، إذا رغبت في ذلك، وإقرانها اختياريًا بأجزاء داخلية تؤدي إلى زيادة موضعية في السرعة و/أو التشتت الفعال الموضعي للمادة الصلبة.

على الرغم من تقديم الاختراع الحالي بدون تدوير غاز المداخن، فمن الممكن، في المتغيرات المختلفة للاختراع الحالي، الجمع بين التدابير المبتكرة مع دوران غاز المداخن (الداخلي).

يمكن دمج التهيئات، والتجسيدات والمتغيرات المختلفة للاختراع الحالي، على سبيل المثال، ولكن عدم تقييده بها، لعناصر الحماية المختلفة، مع بعضها البعض بأي طريقة ما لم تكن هذه التوليفات متناقضة.

سيتم وصف الاختراع الحالي بمزيد من التفصيل أدناه بالإشارة إلى الرسومات. لا يجب تفسير الرسومات على أنها محدودة وليست حقيقية بالنسبة للمقياس. علاوة على ذلك، لا تحتوي الرسومات على جميع السمات التي تمتلكها وحدات التصنيع التقليدية ولكن تم اختزالها بدلاً من ذلك إلى السمات المهمة للاختراع الحالي وفهمها.

وصف الأشكال:

في الأشكال، تشير الخطوط المكسورة (الأسهم) إلى نقل الغاز، بينما تشير الخطوط المصمتة (الأسهم) إلى نقل المواد أو النقل الكتلي.

يوضح الشكل 1 مخطط تدفق لعملية تعتمد على تقنية وقود الأكسجين، حيث تتم تغذية الغاز الساخن الخارج من الفرن في السخان الأولي 2 الذي يتلقى أيضًا المواد من السخان الأولي 1.

يوضح الشكل 2 مخططًا انسيابيًا لعملية قائمة على تقنية وقود الأكسجين، حيث يتم إدخال هواء العادم الساخن من الفرن إلى السخان الأولي 2، بطريقة مشابهة للشكل 1. ومع ذلك، على عكس الشكل 1، يتم تبادل المواد بين السخان الأولي 1 والسخان الأولي 2. على وجه الخصوص، يتم عبور تدفقات المواد المماثلة لعملية PASEC هناك. على الرغم من أنه من الممكن بشكل متساوٍ نقل غازات عادم الفرن إلى السخان الأولي 1، فإن الإدخال في السخان الأولي 2 له ميزة أنه يمكن بعد ذلك إجراء التجفيف على اليمين، أي يتطلب طاقة أقل لتكثيف الماء في معالجة CO_2.

يوضح الشكل 3 مخطط تدفق لعملية تعتمد على تقنية وقود الأكسجين، حيث يتم إمداد غازات العادم الساخنة من فرن الاحتراق إلى السخان الأولي 3 ثم تتدفق أكثر من خلال جهاز الكربنة إلى السخان الأولي 2. بهذه الطريقة، يتحقق استنفاد جزئي من CO_2 في التيار الأيمن. بالإضافة إلى ذلك، يتم وضع المبرد في منطقة جهاز الكربنة في التيار الأيمن.

يوضح الشكل 4 مخطط تدفق لعملية تعتمد على تقنية وقود الأكسجين، حيث يكون الإجراء مشابهًا للعملية الموضحة في الشكل 3، ولكن على النقيض من ذلك، لا يوجد مبرد في منطقة الكربنة.

يوضح الشكل 5 جهازًا يتم فيه إدخال غاز يحتوي على الأكسجين في الفرن الدوار؛ يمكن دمج هذا الجهاز مع الاختراع الحالي. يوضح الشكل 5 بشكل توضيحي مبرد (مبرد الكلنكر) K والذي ينقسم

إلى خمس مناطق تبريد مختلفة من K1 إلى K5. هنا، يتم إدخال الغاز بشكل مناسب عبر المنافيخ المختلفة G. تغذي المنافيخ G المخصصة للمناطق من K3 إلى K5 بهواء تبريد الكلنكر، ولكن لا يوجد هواء احتراق في الفرن. يتغذى المنفاخ المخصص للمنطقة K1 بالغاز المحتوي على الأكسجين A والذي يتم إدخاله في صورة هواء احتراق في الفرن. يزود المنفاخ المخصص للمنطقة K2 بالغاز الحاجز B. يمكن أن يتكون هذا الغاز الحاجز، على سبيل المثال، إلى حد 85 في المائة من حيث الحجم أو أكثر من أكسيد الكربون، مع أن يكون الباقي غاز خامل، أو، على سبيل المثال، يتكون من 85 في المائة من حيث الحجم أو أكثر من الأكسجين، مع أن يكون الباقي غاز خامل. بشكل مفضل يشير مصطلح الغاز الخامل هنا إلى مكونات مثل بخار الماء، والأرجون، وهكذا. في كلتا الحالتين، يعمل الغاز B كغاز حاجز لإغلاق منطقة الأكسجين من منطقة الهواء للمبرد. علاوة على ذلك، يوضح الشكل 1 مقسم CO_2 المشار إليه بـ Ta: يعمل هذا نتيجة لإدخال الغاز الحاجز أو تتم تهيئته في شكل مقسم غاز ميكانيكي.

قائمة الرموز المرجعية:

K	المبرد (مبرد كلنكر)
Ta	وسيلة فصل الغاز بالغاز الحاجز (مقسم CO_2 (الغاز الحاجز)) أو وسيلة فصل الغاز الميكانيكية أو وسيلة فصل الغاز الميكانيكية في توليفة مع الغاز الحاجز (مقسم CO_2 (الميكانيكية أو توليفة من الوسيلة الميكانيكية /الغاز الحاجز))
G	منفاخ
K1	منطقة التبريد 1 (منطقة التبريد الأولى)
K2	منطقة التبريد 2 (منطقة التبريد الثانية)
K3	منطقة التبريد 3 (منطقة التبريد الثالثة)
K4	منطقة التبريد 4 (منطقة التبريد الرابعة)
K5	منطقة التبريد 5 (منطقة التبريد الخامسة)
A	الغاز المحتوي على الأكسجين
B	الغاز الحاجز
hV	هواء احتراق ساخن

Al	هواء عادم
1	الرصة/الهواء الجوي (الغاز المتبقي)
2	نقل /تخزين/ استخدام إضافي لـ CO_2
3	إزالة CO_2 وانضغاطه
4	معالجة غاز العادم (من السخانات الأولية)
5	معالجة غاز العادم (من المبرد)
6	استخدام الحرارة المبددة/التحويل إلى قدرة كهربائية
7	السخان الأولي 1 (تسخين أولي للمادة)
8	السخان الأولي 2 (تسخين أولي للمادة)
9	السخان الأولي 3 (تسخين أولي للمادة)
10	جهاز الكربنة (مع التبريد)
11	جهاز الكربنة (دون التبريد)
12	جهاز تكليس وقود أكسجين (مادة تكليس)
13	خزان الوقود (لجهاز التكليس)
14	خزان الوقود (للفرن)
15	الغاز المحتوي على الأكسجين/الأكسجين
16	صومعة وجبة خام
17	صومعة كلنكر
18	استخدام الحرارة/معالجة غاز العادم (من السخان الأولي 2)
19	الفرن (فرن بأنبوب دوار)
20	المبرد (مبرد كلنكر)
21	استخدام الحرارة المبددة/معالجة غاز العادم (من السخان الأولي 1 أو السخان الأولي 1 وتسخين أولي للغاز المحتوي على الأكسجين/الأكسجين)
22	تسخين أولي للغاز المحتوي على الأكسجين/الأكسجين
23	استخدام الحرارة المبددة/معالجة غاز العادم (من المبرد (مبرد كلنكر))

عناصر الحماية

1. عملية لإنتاج كلنكر أسمنتي، تشتمل على خطوات

أ) تسخين أولي للمادة البادئة إلى درجة حرارة التكلس،

ب) تكليس المادة البادئة التي تم تسخينها بشكل أولي،

ج) إشعال المادة البادئة المتكلسة في فرن دوار (19)،

د) تبريد الكلنكر الأسمنتي،

هـ) إدخال غاز يحتوي على الأكسجين الذي به نسبة من 15% بالحجم أو أقل من النيتروجين ونسبة من 50% بالحجم أو أكثر من الأكسجين في

1) جهاز التكليس (12)،

تتسم بأن

- لا يتم إدخال الغازات من الفرن الدوار (19) إلى التكليس،
- سخان أولي أول واحد على الأقل وسخان أولي ثانٍ واحد على الأقل، حيث السخانات الأولية (7، 8، 9) التي يتم توصيل الفرازات الدوامية المنفردة الخاصة بها ببعضها البعض بأسلوب سلسلة متتابعة يتم استخدام للتسخين الأولي،
- يعد نقل المادة و/أو نقل الغاز ممكنًا بين السخانات الأولية الدوامية المنفردة (7، 8، 9)، ويكون نقل المادة و/أو نقل الغاز ممكناً بين السخانات الفردية الدوامية، و
- لا تحدث إعادة تدوير لغازات عادم السخان الأولي،

تتسم بأنه

يتم ضبط النسبة من المادة الصلبة التي تم إدخالها إلى غاز العادم في الخطوة أ) إلى أكبر من 1.3 كجم إلى 1.9 كجم من المادة الصلبة لكل 1 كجم من الغاز.

2. العملية وفقاً لعنصر الحماية 1، تتسم بأن الخطوة هـ) تشتمل بشكل إضافي على

2) إدخال الغاز المحتوي على الأكسجين في الفرن الدوار (19).

3. العملية وفقاً لعنصر الحماية 1 أو 2، تتسم بأن السخانات الأولية الدوامية ذات القاطرة الواحدة أو القاطرات المتعددة متعددة المراحل (7، 8، 9) يتم استخدام.

4. العملية وفقاً لأي عنصر من عناصر الحماية 1 إلى 3، تتسم بأن يتم استخدام السخانات الأولية الدوامية ذات القاطرتين (7، 8، 9) التي بها من مرحلتين إلى ستة مراحل، بشكل مفضل خمسة مراحل.

5. العملية وفقاً لأي عنصر من عناصر الحماية 1 إلى 4، تتسم بأن عبور تيارات الوجبة يحدث لكن دون حدوث لعبور تيارات الغاز بعد كل مرحلة بين السخانات الأولية للسخان الأولي الدوامي متعدد القاطرات (7، 8، 9).

6. العملية وفقاً لأي عنصر من عناصر الحماية 1 إلى 5، تتسم بأن التسخين الأولي يحدث مع تدخل جهاز كربنة واحد على الأقل (10، 11).

7. العملية وفقاً لأي عنصر من عناصر الحماية 1 إلى 6، تتسم بأن سخان أولي به جهاز كربنة (10، 11) لقاطرة السخان الأولي الثاني يتم تزويده بغازات العادم التي تأتي من الفرن الدوار (19)، حيث يكون لغازات العادم نسبة صغيرة من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) بمقدار أقل من 35% في الحالة المرجعية الجافة.

8. العملية وفقاً لأي من عنصر الحماية 6 أو 7، تتسم بأنه يتم ضبط درجة حرارة الكربنة بواسطة جهاز كربنة (10، 11) به مبرد.

9. العملية وفقاً لأي عنصر من عناصر الحماية 1 إلى 8، تتسم بأن يتم ضبط النسبة من المادة الصلبة التي تم إدخالها إلى غاز العادم في الخطوة ب) إلى أكبر من 1.0 كجم، بشكل مفضل أكبر من 1.3 كجم، من المادة الصلبة لكل 1 كجم من الغاز، بشكل مفضل من 1 إلى 2 كجم/كجم من المادة الصلبة إلى الغاز، بشكل مفضل تحديدًا من 1.3 إلى 1.9 كجم/كجم من المادة الصلبة إلى الغاز.

10. العملية وفقاً لأي عنصر من عناصر الحماية 1 إلى 9، تتسم بأنه يتم إدخال أنواع الوقود الخشن لها طول حافة من 70 مم أو أكثر، بشكل مفضل 100 مم أو أكثر، في جهاز التكليس (12) والذي يعد بشكل مفضل جهاز تكليس بتدفق محتجز له مقطع غير رأسي، بحيث أن الغازات الساخنة في جهاز التكليس (12) تتدفق عليه.

11. العملية وفقاً لأي عنصر من عناصر الحماية 1 إلى 10، تتسم بأن الغاز

1) يحتوي على 75% بالحجم أو أكثر من الأكسجين، بشكل مفضل 85% بالحجم أو أكثر، 90% بالحجم أو أكثر، 95% بالحجم أو أكثر، 98% بالحجم أو أكثر أو 99% بالحجم أو أكثر،

أو

2) يحتوي على 10% بالحجم أو أقل من النيتروجين، بشكل مفضل 8% بالحجم أو أقل، 6% بالحجم أو أقل، 4% بالحجم أو أقل، أو له محتوى نيتروجين أقل من حد الكشف،

أو

3) يحتوي على 75% بالحجم أو أكثر من الأكسجين، بشكل مفضل 85% بالحجم أو أكثر، 90% بالحجم أو أكثر، 95% بالحجم أو أكثر، 98% بالحجم أو أكثر أو 99% بالحجم أو أكثر، و10% بالحجم أو أقل من النيتروجين، بشكل مفضل 8% بالحجم أو أقل، 6% بالحجم أو أقل، 4% بالحجم أو أقل، أو له محتوى نيتروجين أقل من حد الكشف.

12. العملية وفقاً لأي عنصر من عناصر الحماية 1 إلى 8، تتسم بأن يتم تنظيم المقادير من الغاز المحتوي على الأكسجين والوقود التي تمت تغذيتها إلى جهاز التكليس (12) كدالة درجة حرارة التكلس ودرجة الحرارة في السخان الأولي.

13. العملية وفقاً لأي عنصر من عناصر الحماية 1 إلى 12، تتسم بأن يتم بشكل إضافي إجراء إعادة تدوير غازات العادم لجهاز التكليس.

14. وحدة تصنيع لإنتاج كلنكر أسمنتي، تشتمل على

سخان أولي (7، 8، 9)،

جهاز تكليس (12)،

فرن دوار (19) و

مبرد كلنكر (20)،

حيث يكون لوحدة التصنيع جهاز لتغذية غاز في

1) جهاز تكليس (12)،

حيث يكون للغاز الذي تم إدخاله نسبة من 15% بالحجم أو أقل من النيتروجين ونسبة من 50% بالحجم أو أكثر من الأكسجين،

تتسم بأن

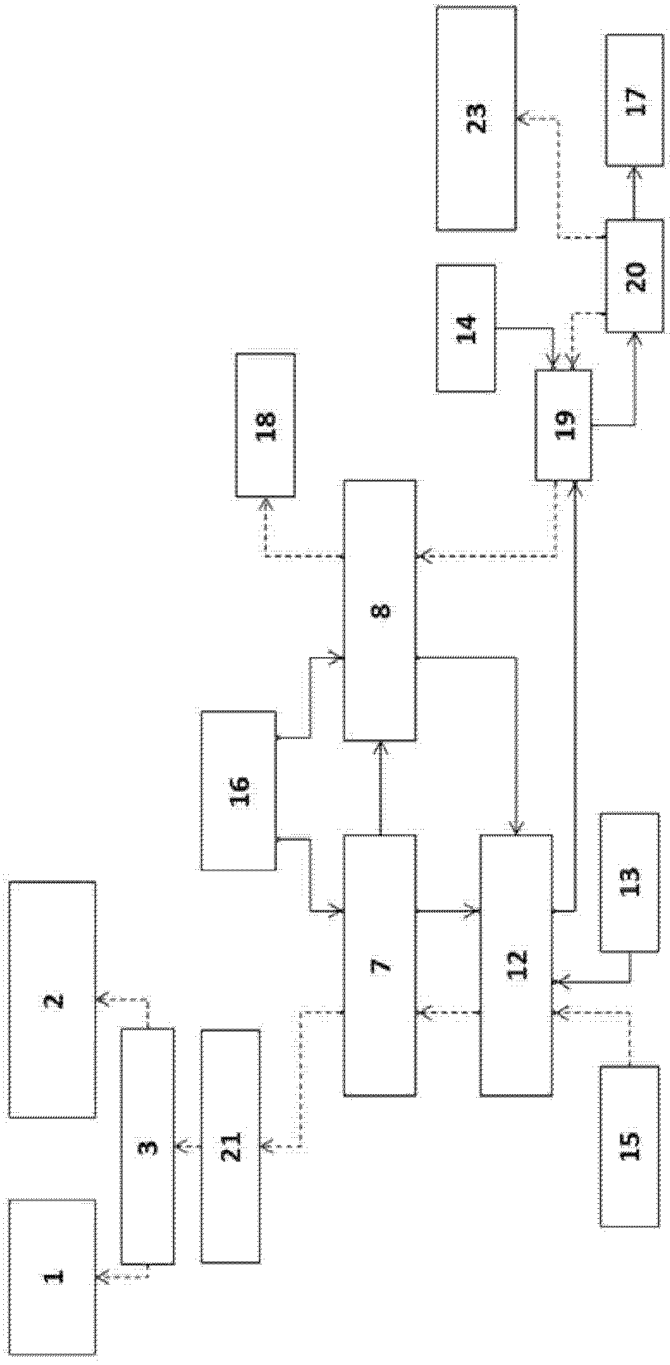
- لا يتم إدخال أي هواء من الفرن الدوار (19) في جهاز التكليس (12)،
- يتم استخدام السخانات الأولية الدوامية التي يتم توصيل الفرازات الدوامية المنفردة الخاصة بها ببعضها البعض بأسلوب سلسلة متتابعة في صورة سخانات أولية (7، 8، 9)، حيث يتم استخدام واحد على الأقل من سخان أولي أول وسخان أولي ثاني، و
- يعد نقل المادة و/أو نقل الغاز ممكنًا بين السخانات الأولية الدوامية المنفردة (7، 8، 9)، ويكون نقل المادة و/أو نقل الغاز ممكناً بين السخانات الفردية الدوامية، و
- لا يوجد جهاز إعادة تدوير لغازات عادم السخان الأولي، و

تتسم بأن تتم تهيئة وحدة التصنيع لضبط النسبة من المادة الصلبة التي تم إدخالها إلى غاز العادم في السخان الأولي (7، 8، 9) إلى أكبر من 1.0 كجم من المادة الصلبة إلى الغاز.

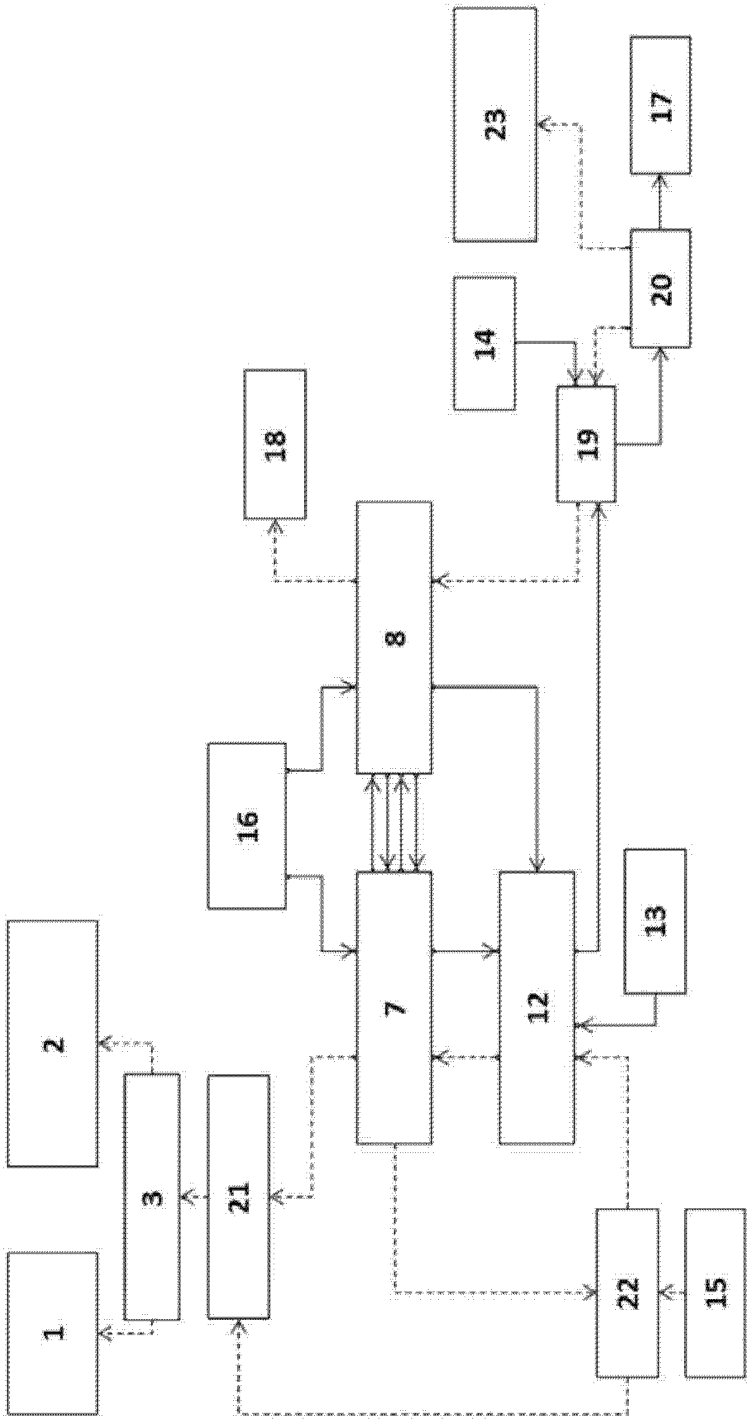
15. وحدة التصنيع وفقاً لعنصر الحماية 14، تتسم بأن تتم تهيئة وحدة التصنيع لضبط النسبة من المادة الصلبة التي تم إدخالها إلى غاز العادم في السخان الأولي (7، 8، 9) إلى أكبر من 1.3 كجم من المادة الصلبة لكل 1 كجم من الغاز، بشكل مفضل من 1 إلى 2 كجم/كجم من المادة الصلبة إلى الغاز، بشكل مفضل تحديدًا من 1.3 إلى 1.9 كجم/كجم من المادة الصلبة إلى الغاز.

16. وحدة التصنيع وفقاً لعنصر الحماية 14 أو 15، تتسم بأن لها بشكل إضافي

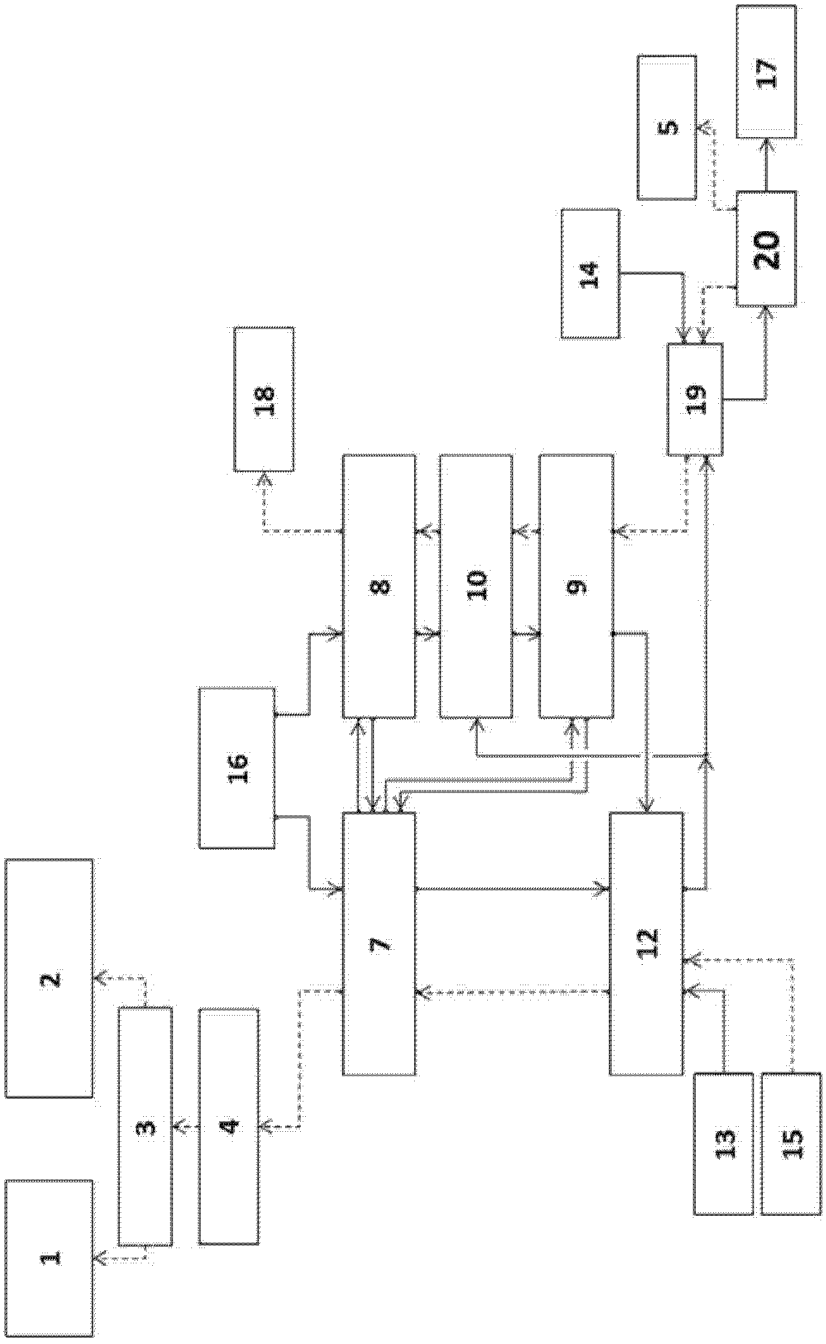
2) جهاز لتغذية الغاز المحتوي على الأكسجين في الفرن الدوار (19).



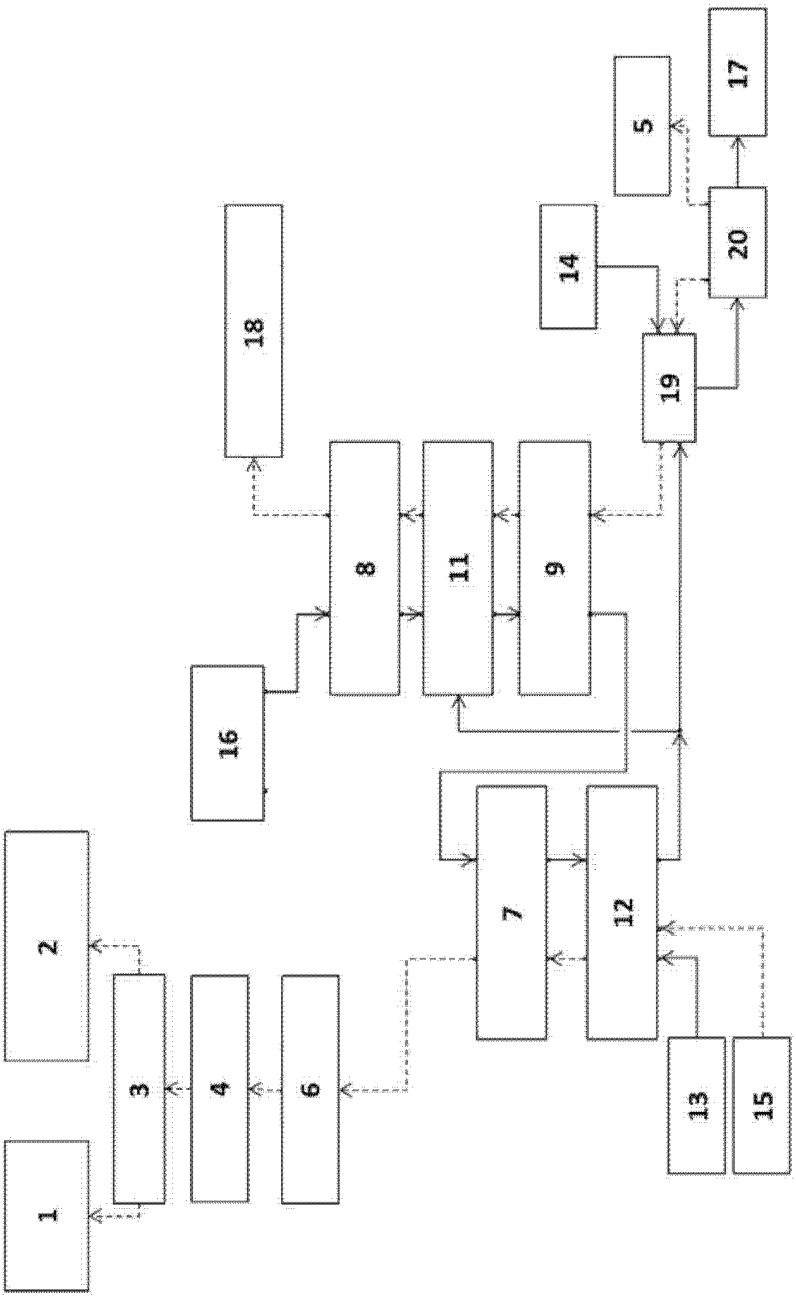
شكل 1



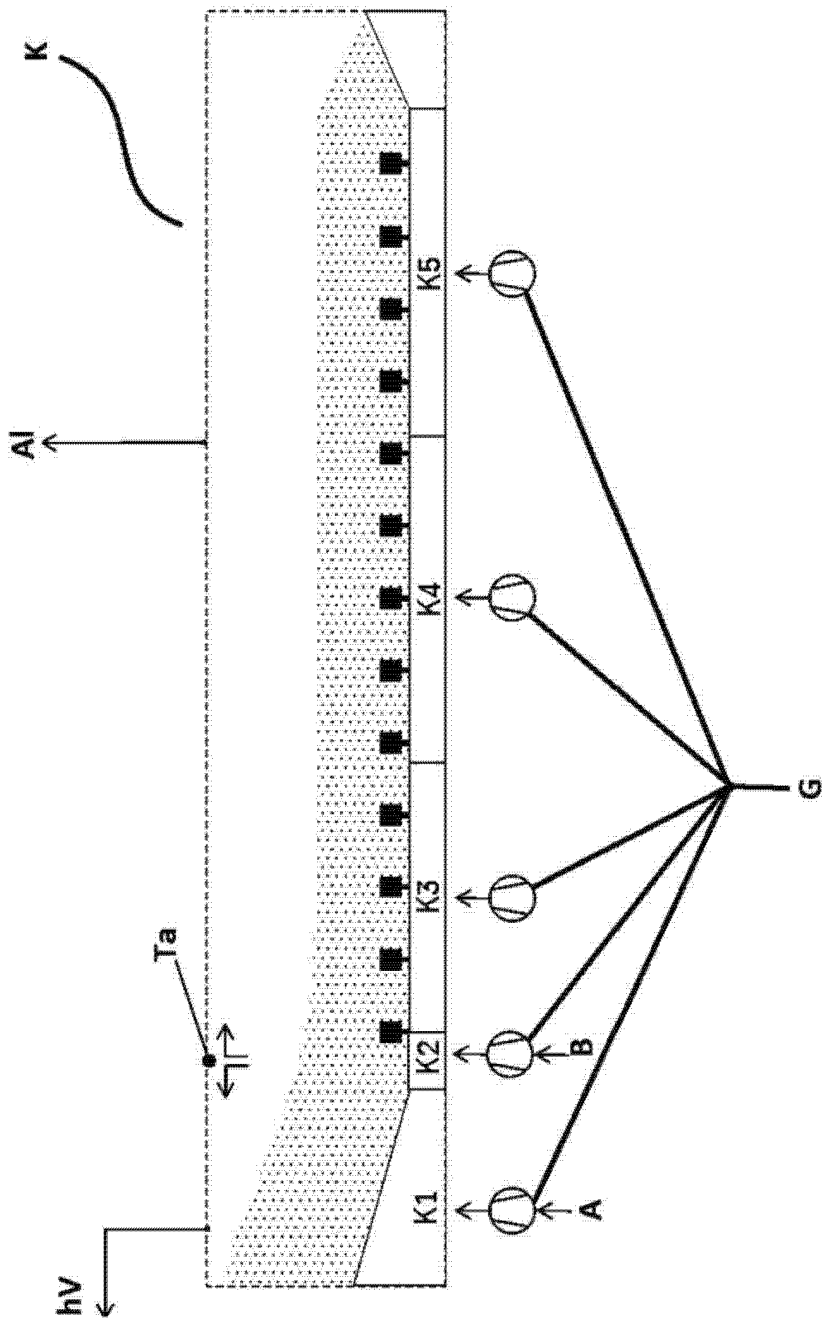
شكل 2



شكل 3



شكل 4



شكل 5

MA 51540B1

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE

OMPIC

المملكة المغربية

المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

RAPPORT DE RECHERCHE DEFINITIF AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE

Établi conformément à l'article 43.2 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 51540	Date de dépôt : 26/04/2019 Date d'entrée en phase nationale : 20/10/2020
Déposant : THYSSENKRUPP INDUSTRIAL SOLUTIONS AG	Date de priorité: 30/04/2018
Intitulé de l'invention : FABRICATION DE POMPE À OXY-FUEL SANS RECIRCULATION DES GAZ DE PRÉCHAUFFEUR	
Classement de l'objet de la demande : CIB : C 04B 7/43, C 04B 2/10, F 27B 19/04, F 27B 7/20 CPC : Y 02P 40/121, C 04B 7/434, F 27B 19/04	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants : Partie 1 : Considérations générales ☒ Cadre 1 : Base du présent rapport ☐ Cadre 2 : Priorité Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité ☐ Cadre 3 : Remarques de clarté ☐ Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée ☐ Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention ☐ Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité ☒ Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examinateur: Abdelfettah EL KADIRI	**Date d'établissement du rapport** : 26/05/2022
Téléphone: (+212) 5 22 58 64 14	ROYAUME DU MAROC OFFICE MAROCAIN de la PROPRIETE INDUSTRIELLE et COMMERCIALE CASABLANCA

Partie 1 : Considérations générales

Cadre 1 : base du présent rapport

Les pièces suivantes servent de base à l'établissement du présent rapport :

☒ Demande telle qu'initialement déposée

☒ Demande modifiée suite à la notification du rapport de recherche préliminaire :

- Revendications
  1-16

☐ Observations à l'appui des revendications maintenues

☐ Observations des tiers suite à la publication de la demande

☐ Réponses du déposant aux observations des tiers

☐ Nouveaux documents constituant des antériorités :

- Suite à la recherche complémentaire *(Couvrant les documents de l'état de la technique qui n'étaient pas disponibles à la date de la recherche préliminaire)*
- Suite à la recherche additionnelle *(couvrant les éléments n'ayant pas fait l'objet de la recherche préliminaire)*

☐ Observations à l'encontre de la décision de rejet

Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité

Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté	Revendications 1-16 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications 1-16 Revendications aucune	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-16 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants:
D1 : WO 2011001044 A1
D2 : US 2015037745 A1
D3 : EP1923367 A1
D4 : US 2017267582 A1
D5 : WO 2010067223 A1

1. Nouveauté

Aucun document ne divulgue les mêmes caractéristiques techniques contenues dans les revendications 1-16. Par conséquent, l'objet des revendications 1-16 est nouveau conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive

Le document D1, considéré comme l'état de l'art le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue un procédé de fabrication de clinker de ciment dans une installation comprenant :
- un premier préchauffeur à cyclones et un second préchauffeur à cyclones destinés à préchauffer respectivement une première et une seconde partie de matière crue,
- un précalcinateur utilisant un gaz de combustion pour brûler un combustible, les fumées produites par ledit précalcinateur étant dirigées vers ledit second préchauffeur à cyclones,
- un four rotatif, muni d'un brûleur de combustible, les fumées produites par le four rotatif étant dirigées vers le premier préchauffeur à cyclones,
- un refroidisseur à clinker par soufflage d'un gaz de refroidissement à travers le clinker au niveau de la sortie dudit four rotatif, procédé dans lequel :
- on préchauffe la première partie de matière crue dans le premier préchauffeur à cyclones,
- on préchauffe la seconde partie de matière crue dans le second préchauffeur à cyclones,
- on précalcine la première partie de matière crue préchauffée et la seconde partie de matière crue préchauffée dans le précalcinateur avant de cuire les matières précalcinées dans le four rotatif et de refroidir les matières cuites dans le refroidisseur à clinker.
Selon le procédé conforme à l'invention :- le gaz de combustion au précalcinateur contient entre 90 % et 100 % d'oxygène en volume,

le précalcinateur est un lit fluidisé, le gaz de fluidisation étant ledit gaz de combustion,
on précalcine les matières au précalcinateur, sans recyclage des fumées audit précalcinateur.
Selon D1, On dirige les fumées ainsi produites dans un préchauffeur (premier préchauffeur 5) à cinq étages de cyclones où l'on alimente 63,7 % de la farine, soit 172 t/h. On dirige également dans le premier préchauffeur 5 un débit de 76.830 Nm3 /h d'air chaud à 400 °C en provenance du refroidisseur, via la conduite 12. Le total des gaz circulant dans le premier préchauffeur 5 permet d'assurer un rapport massique entre la matière et le gaz de 0,8 kg/kg, et d'obtenir un fonctionnement aéraulique convenable. Les fumées s'échappent à 280 °C du préchauffeur.

L'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce qu'à l'étape a) le rapport du solide alimenté aux gaz d'échappement à plus de 1,3 à 1,9 kg / kg de solide en gaz est ajusté et que D1 est silencieux sur l'échange entre les brins du préchauffeur.

Le problème à résoudre par la présente demande est la fourniture d'un procédé de fabrication de clinker de ciment amélioré à celui de D1.

La solution proposée par la présente demande est considérée comme inventive, étant donné que l'homme du métier ne trouve aucune incitation des documents cités, lui permettant, sans exercice d'une activité inventive, de déduire l'effet synergique des caractéristiques distinctives, qui sont : qu'à l'étape a) le rapport du solide alimenté aux gaz d'échappement à plus de 1,3 à 1,9 kg / kg de solide en gaz est ajusté et que D1 est silencieux sur l'échange entre les brins du préchauffeur, et ainsi arriver à un procédé qui permet de fournir de manière optimale les flux gazeux pour la séparation du dioxyde de carbone, selon la présente invention.

L'objet des revendications 1-13 implique une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Le même raisonnement s'applique à l'objet des revendications 14-16, qui implique également, une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

3. Application industrielle

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.